

Perhitungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Pembangunan Gedung *Trans Icon* Surabaya Tower A Lantai 20–29 dengan Metode Konstruksi *Half Slab Precast*

Peter Dick Balder Pandjaitan dan Akhmad Yusuf Zuhdy
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: yusuf_zuhdi@ce.its.ac.id

Abstrak—Penyusunan proyek akhir terapan ini membahas tentang perhitungan estimasi waktu dan biaya proyek pembangunan gedung *Trans Icon* Surabaya dengan metode pelaksanaan *half slab precast* yang menggunakan data bangunan gedung *Trans Icon* Surabaya yang berlokasi di Jl. Ahmad Yani No. 260, Siwalankerto, Kec Wonocolo, Surabaya. Proyek tersebut dikerjakan oleh kontraktor PT. Total Bangun Persada dengan luas bangunan kurang lebih 2500 m² dan jumlah total 35 lantai dan 4 basement. Dalam proyek ini seluruh pekerjaan elemen struktur beton menggunakan cor konvensional (*in situ*). Sedangkan metode pelaksanaan yang digunakan dalam penyusunan proyek akhir terapan adalah metode *half slab precast*. Perhitungan estimasi waktu dan biaya pelaksanaan pada laporan proyek akhir dilakukan dengan cara mendesain *half slab precast*, menghitung kekuatan dan kebutuhan *half slab precast*, melakukan kontrol terhadap perhitungan kekuatan *half slab precast* tersebut. Jika memenuhi kekuatan izin dapat dilanjutkan dengan perhitungan volume. Kemudian perhitungan waktu pelaksanaan dilakukan analisa mulai dari kapasitas produksi, produktivitas, durasi dan penyusunan jadwal setiap pekerjaan dimana hal ini dilakukan dengan menggunakan alat bantu *Network Planning* yang kemudian akan dijadikan kurva S. Hasil akhir proyek akhir terapan ini yaitu metode pelaksanaan yang digunakan, waktu pelaksanaan proyek dan rekapitulasi biaya pelaksanaan. Dari hasil analisa, didapatkan waktu pelaksanaan 142 hari kerja dengan jam kerja selama 8 jam dari 08.00 – 17.00 dengan total biaya pelaksanaan sebesar Rp. 14.044.526.000,00.

Kata Kunci— Waktu Pelaksanaan, Biaya Pelaksanaan, Metode *Half Slab Precast*, Penjadwalan, Kurva S.

I. PENDAHULUAN

SEIRING dengan pertumbuhan infrastruktur di Indonesia yang semakin berkembang. Hal ini dapat terlihat dari semakin banyaknya pembangunan di berbagai bidang, baik dalam pembangunan gedung, sarana transportasi maupun bangunan air. Dalam semua pembangunan tersebut membutuhkan berbagai macam metode atau teknologi konstruksi yang tepat untuk mendapatkan hasil yang maksimal, khususnya dalam hal biaya dan waktu yang dibutuhkan dalam pekerjaan konstruksi.

Biaya dan waktu dalam suatu pekerjaan konstruksi dipengaruhi dari metode pelaksanaan yang dipilih untuk tiap-tiap unit pekerjaan [1]. Biaya dan waktu dalam pekerjaan konstruksi keduanya saling mempengaruhi. Waktu atau pengerjaan konstruksi yang lebih cepat selain membutuhkan metode pelaksanaan yang bagus, juga memungkinkan meningkatkan atau menambah biaya pelaksanaan. Seperti untuk menambah jumlah pekerja dan menggunakan peralatan-peralatan yang lebih canggih.

Pekerjaan plat merupakan salah satu pekerjaan konstruksi yang membutuhkan waktu yang relatif lama dalam pengerjaannya. Pengecoran konvensional membutuhkan waktu yang relatif lebih lama dibandingkan dengan penggunaan plat pracetak karena menggunakan tulangan konvensional dan bekisting dari kayu. Dengan demikian, penyedia produk dan jasa saat ini sedang berlomba-lomba untuk mencari alternatif metode konstruksi khususnya untuk plat beton.

Penggunaan metode *cast ex situ* (pracetak) dianggap memiliki kelebihan dibandingkan dengan metode beton cor konvensional (*in situ*) yaitu tidak membutuhkan bekisting yang banyak, mereduksi scaffolding, waktu yang dibutuhkan cenderung lebih singkat dan tidak membutuhkan banyak pekerja sehingga dapat mengurangu biaya dan waktu pelaksanaan.

II. URAIAN PENELITIAN

A. Tinjauan Umum

Pada pengerjaan suatu proyek diperlukan perencanaan dan pelaksanaan yang baik dan cermat. Pengerjaan memerlukan perhitungan anggaran biaya dan metode pelaksanaan yang jelas dan efisien. Hal ini supaya pelaksanaan proyek dapat terselesaikan sesuai dengan waktu yang ditentukan dan biaya yang sesuai. Rencana anggaran biaya meliputi semua biaya yang dibutuhkan selama proyek diselesaikan.

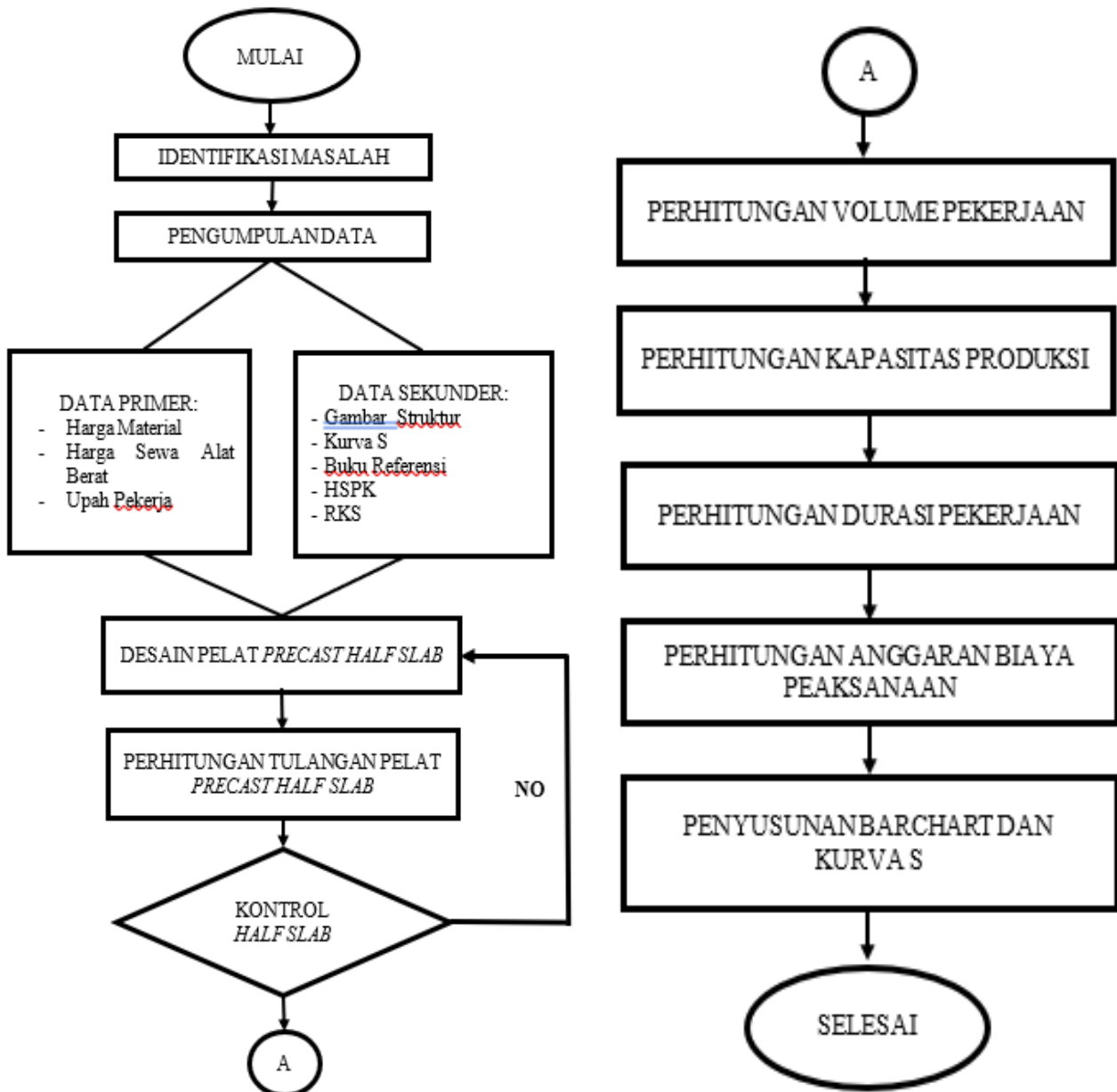
Dalam penyusunan manajemen pelaksanaan konstruksi terdapat beberapa hal penting yang perlu dipertimbangkan diantaranya adalah metode pelaksanaan dan alat penunjang yang digunakan, perhitungan volume pekerjaan, perhitungan kapasitas produksi, *network diagram* serta kurva S yang digunakan.

B. *Half Slab Precast*

Metode *Half Slab Precast* juga bisa disebut dengan pelat lantai beton bertulang yang dibuat dengan cara separuh *precast* dan separuh pelat lagi dicor ditempat [2]. Umumnya metode ini, lapis yang pertama dibuat terlebih dahulu di dekat area pekerjaan yang kemudian diangkat dengan *mobile/static crane* untuk melakukan pemasangan pada area pengerjaan dan kemudian step selanjutnya dilakukan pengecoran untuk lapis kedua setelah terlaksananya pekerjaan pemasangan tulangan.

C. Tahap Pelaksanaan *Half Slab Precast*

Tahap pelaksanaan *half slab precast* meliputi:



Gambar 1. Flowchart metodologi.

1) *Perhitungan Kebutuhan Tulangan*

Pada perhitungan kebutuhan tulangan pada precast half slab ini dibagi menjadi tiga tahapan. Berikut adalah tahapan perhitungan tulangan pada precast half slab: (1) Kondisi Pengangkatan. Ada beberapa titik angkat yang disyaratkan untuk mengangkat elem dari cetakan maupun saat akan melakukan pemasangan. Titik angkat ini berfungsi untuk menjaga elemen pracetak agar tegangan yang dipikulnya tidak melebihi batas dan untuk membuat elemen dapat diangkat. Terdapat 2 jenis titik angkat pada pelat yaitu 4 titik angkat dan 8 titik angkat. (2) Kondisi Sebelum Komposit (3) Kondisi Setelah Komposit

2) *Tahap Pembuatan*

Untuk proses tahap pembuatan atau fabrikasi ini dilakukan di pabrik pembuatan *half slab precast*. Area fabrikasi ini diletakkan bersebelahan dengan area penumpukan bahan agar mempermudah dan mempercepat proses mobilisasi tahap pembuatan atau fabrikasi.

3) *Tahap Penumpukan*

Pada tahap penumpukan ini perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut: (1) Menghitung sesuai dengan rencana berat beton precast tersebut, yaitu volume beton bertulang (m³) × berat jenis beton bertulang (2400 kg/m³). (2) Merencanakan jumlah tumpukan beton precast (3) Menghitung berat total penumpukan beton precast tersebut, yaitu berat beton precast (Kg) × jumlah rencana tumpukan beton precast. (4) Merencanakan penyangga tumpukan beton precast yang menggunakan balok kayu dan menghitung luas dari balok kayu tersebut. (5) Menghitung kontrol penumpukan beton precast yang kurang dari obeton. Dengan catatan *f_c*' yang digunakan adalah nilai tegangan beton pada saat beton berumur 7 hari, yaitu $0,65 \times F_c'$

4) *Tahap Pemasangan dan Pengangkatan*

Pada tahap pemasangan beton precast harus direncanakan secara cermat, baik dari segi peralatan, pekerja, maupun siklus pemasangannya. Alat berat yang digunakan untuk



Gambar 2. Penjadwalan.

mengangkat pelat precast adalah tower crane. Hal hal yang perlu diperhatikan dalam proses pemasangan beton precast adalah sebagai berikut: Pertama, Tower crane atau alat untuk mengangkat beton precast harus dipersiapkan terlebih dahulu. Kemudian posisikan tower crane dilapangan dapat menjangkau seluruh bagian dari struktur pada beton precast yang akan dipasang. Kemudian melakukan pengecekan terhadap kondisi dan tulangan pada beton precast sebelum dipasang. Operator dibantu oleh tenaga kerja untuk menempatkan beton precast pada posisi akhir

5) Tahap Penyambungan

Pada tahap penyambungan beton precast terdapat 2 jenis sambungan yang harus diperhatikan yaitu: (1) *In-situ concrete joint*. Metode pelaksanaannya adalah dengan melakukan pengecoran pada titik pertemuan dari komponen-komponen tersebut. Sedangkan untuk cara penyambungan tulangan dapat digunakan coupler ataupun dengan cara overlapping. (2) *Pre-packed aggregate*, pada proses penyambungan jenis ini dilakukan dengan meletakkan agregat pada bagian yang akan disambung dan kemudian menginjeksi air semen pada bagian tersebut dengan menggunakan pompa hidrolis sehingga air semen tersebut akan mengisi rongga-rongga agregat tersebut.

6) Tahap Pengecoran

Pada proyek pembangunan gedung trans icon surabaya ini menggunakan beton ready mix untuk pengecoran overtopping pada beton pracetaknya. Sebelum dilakukan pengecoran, akan dilakukan uji slump dulu untuk mengetahui mutu beton yang di pesan sudah sesuai dengan kriteria atau belum. Setelah uji slump, dilakukan penyebaran atau pengecoran menggunakan concrete pump dan diratakan menggunakan vibrator agar beton menjadi lebih padat.

D. Pekerjaan Struktur

Pekerjaan struktur atas pada pembangunan gedung meliputi pekerjaan balok, kolom, pelat, dan tangga. Untuk kolom, balok, dan tangga dilakukan dengan metode konvensional, sedangkan untuk pelat menggunakan metode *precast half slab*.

E. Perhitungan Volume Pekerjaan

Perhitungan volume pekerjaan bertujuan untuk menghitung banyaknya volume pekerjaan dalam tiap material yang dapat mempengaruhi jumlah biaya dan durasi pekerjaan. Pekerjaan volume dibagi menjadi 3 jenis yaitu:

1) Pekerjaan Bekisting,

Pada pekerjaan bekisting kayu memerlukan waktu yang terdiri dari waktu fabrikasi, pemasangan dan pembongkaran bekisting. Bekisting dapat dilepas setelah ± 14 hari pengecoran, sedangkan untuk scaffolding tetap dalam keadaan terpasang sampai dengan beton usia ± 28 hari. Untuk pekerjaan bekisting yaitu pekerjaan balok dan kolom. Perhitungan yang digunakan dalam menghitung kebutuhan bekisting adalah:

$$Volume = P \times L$$

Keterangan:

P : Panjang Bekisting (m)

L : Lebar/Keliling Bekisting (m)

2) Pekerjaan Pembesian

Pada perhitungan volume pembesian perlu pertimbangan dalam pekerjaan pembengkokan tulangan, panjang kait, serta pemotongannya. Dalam hal ini digunakan untuk menentukan kebutuhan besi secara efisien. Perhitungan volume tulangan pembesian bisa ditentukan dengan menghitung seluruh

panjang besi pada elemen struktur bangunan. Berikut ini adalah perhitungan volume pembesian:

$$Volume = P \times W$$

Keterangan:

P : Panjang Besi (m)

W : Berat Besi (kg/m)

3) Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan Pengecoran dilakukan sesuai bentuk bekisting yang telah terpasang. Perhitungan volume pengecoran pada plat, balok, kolom dan tangga sesuai dengan dimensi bekisting yang telah terpasang tanpa dikurangi dengan volume pembesian didalamnya adalah sebagai berikut:

$$Volume = P \times L \times T$$

Keterangan:

P : Panjang Penampang Beton (m)

L : Lebar Penampang Beton (m)

T : Tinggi Penampang Beton (m)

F. Pekerjaan Durasi

Pekerjaan Durasi dapat berbeda-beda berdasarkan pelaksanaan yang digunakan karena memiliki produktivitas yang berbeda-beda. Suatu pekerjaan yang diselesaikan menggunakan alat berat akan menghabiskan waktu yang singkat dibandingkan melakukan pekerjaan secara manual. Pekerjaan durasi dibagi menjadi 3 jenis yaitu pekerjaan durasi bekisting, pekerjaan durasi tulangan dan pekerjaan durasi pengecoran.

G. Pekerjaan Produktivitas

Pekerjaan Produktivitas memiliki pengertian yang beraneka ragam berkaitan dengan aspek ekonomi, kesejahteraan, teknologi, dan sumber daya. Pembahasan mengenai produktivitas lebih banyak difokuskan pada aspek keluaran atau output sejumlah tertentu.

1) Produktivitas Alat Berat

Berikut adalah pedoman untuk menghitung produksi suatu pekerjaan yang dilaksanakan dengan bantuan peralatan: (1) Menentukan beberapa faktor berdasarkan tipe dan ukuran peralatan yang dipilih. (2) Menentukan pengaruh sifat fisik material. (3) Menentukan pengaruh realisasi pelaksanaan pada pekerjaan yang menggunakan bantuan peralatan.

Produksi didasarkan pada pelaksanaan volume yang dikerjakan per siklus waktu dan jumlah siklus dalam suatu jam sebagai berikut:

$$Q = q \times N \times E = \frac{q \times 60}{Cm \times E}$$

Keterangan:

Q : Produksi per jam dari alat

q : Produksi dalam suatu siklus kemampuan alat

N : Jumlah siklus dalam satu jam

E : Efisiensi kerja

Cm : Waktu siklus dalam menit

Dalam merencanakan suatu proyek, produktivitas perjam dari suatu alat yang diperlukan adalah produktivitas standar dari alat tersebut dalam kondisi ideal dikalikan dengan suatu faktor. Faktor tersebut dinamakan efisiensi kerja (Kapasitas dan produksi alat-alat berat).

2) Produktivitas Tenaga Kerja

Sumber daya manusia atau tenaga kerja, sebagai penentu keberhasilan suatu proyek, harus memiliki kualifikasi, keterampilan dan kompetensi yang sesuai dengan kebutuhan untuk mencapai keberhasilan suatu proyek. Faktor yang harus dipertimbangkan adalah: (1) Produktivitas tenaga kerja. (2) Jumlah tenaga kerja.

H. Alat Berat

Alat berat adalah peralatan mesin berukuran besar yang dirancang untuk melakukan fungsi konstruksi seperti pekerjaan tanah, konstruksi jalan, konstruksi bangunan, perkebunan, dan pertambangan. Alat berat merupakan faktor penting dalam proyek terutama proyek-proyek konstruksi dengan skala besar. Tujuan penggunaan alat berat adalah untuk memudahkan pekerja.

I. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

RAB adalah pemaparan dari rencana pengeluaran biaya dari suatu pekerjaan terhitung dari awal hingga pekerjaan selesai. Rencana biaya harus meliputi keseluruhan pekerjaan mulai awal hingga akhir pekerjaan selesai. Berikut terdapat 3 aspek yang perlu diperhatikan untuk menghitung rencana anggaran biaya suatu proyek:

1) Bahan Material

Perhitungan biaya bahan material didasarkan dari daftar yang telah dibuat bersama dengan sumber harga per satuan material. Pada umumnya pembuatan daftar harga bahan material memakai harga bahan material dari lokasi proyek tersebut. Adapun rumus perhitungan biaya material yang dapat digunakan sebagai berikut:

$$Biaya = Volume \times Harga \text{ Material}$$

2) Sewa Alat-alat Konstruksi

Perhitungan biaya sewa alat untuk konstruksi berkaitan dengan durasi pemakaian alat tersebut dan besarnya pekerjaan yang harus diselesaikan. Berikut adalah rumus yang dapat digunakan untuk menghitung biaya alat berat konstruksi:

$$Biaya = Durasi \times Harga \text{ Sewa} \times Jumlah$$

3) Upah Pekerja

Upah tenaga kerja yang diperoleh dari lokasi dikumpulkan dan dicatat dalam satu daftar yang dinamakan Daftar Harga Satuan Upah. Untuk perhitungan biaya upah pekerja juga dipengaruhi dengan beberapa aspek, seperti keterampilan, keahlian dari pekerja, dan kondisi lingkungan pekerjaan. Rumus yang digunakan untuk menghitung biaya pekerja sebagai berikut:

$$Biaya = Durasi \times Upah \text{ Pekerja} \times Jumlah$$

4) Penjadwalan Proyek

Penyusunan penjadwalan proyek merupakan salah satu hasil perencanaan yang memungkinkan untuk mengetahui tentang jadwal rencana dan perkembangan proyek dari segi kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan bahan serta proyek rencana durasi. Selain itu dalam pekerjaan penjadwalan pada suatu proyek pembangunan menggunakan Network Planning, Barchart, dan Kurva S.

Tabel 1.
Volume Pekerjaan Balok

Uraian Pekerjaan	Volume	SAT
Bekisting	7765,4	m ²
Pembesian	30689,52	Kg
Pengecoran	593	m ³

Tabel 2.
Volume Pekerjaan Kolom

Uraian Pekerjaan	Volume	SAT
Bekisting	2030	m ²
Pembesian	108047,4	Kg
Pengecoran	225	m ³

Tabel 3.
Volume Pekerjaan Pelat

Uraian Pekerjaan	Volume	SAT
Bekisting	0	m ²
Pembesian	30031,03	Kg
Pengecoran	53,88	m ³

Tabel 4.
Volume Pekerjaan Shearwall

Uraian Pekerjaan	Volume	SAT
Bekisting	1135,4	m ²
Pembesian	249427,7	Kg
Pengecoran	429,95	m ³

Tabel 5.
Rekapitulasi Biaya Pelaksanaan

Uraian Pekerjaan	Volume	
- Lantai 20	Rp	2.145.516.175,43
- Lantai 21	Rp	1.815.483.775,92
- Lantai 23	Rp	1.815.483.775,92
- Lantai 25	Rp	2.139.169.344,22
- Lantai 26	Rp	1.814.051.162,93
- Lantai 27	Rp	1.814.051.162,93
- Lantai 28	Rp	1.560.024.775,60
- Lantai 29	Rp	1.805.061.844,74
Total	Rp	14.908.842.017,68
Overhead 11%	Rp	2.236.326.302,65
Total Biaya	Rp	17.368.800.950,60
Pembulatan	Rp	17.368.801.000,00

5) *Network Planning*

Network Planning merupakan suatu kondisi dan situasi yang dihadapi oleh seorang manajer dengan menempatkan analisis pada segi waktu dan biaya sebagai latarbelakang dalam setiap membuat keputusan, khususnya keputusan yang berkaitan dengan jaringan. Metode *Network Planning* mempunyai 2 jenis yaitu *Activity On Arrow (AOA)* dan *Activity On Node (AON)*.

6) *Barchart*

Barchart adalah sekumpulan aktivitas yang ditempatkan dalam kolom vertikal, sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal. Waktu mulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan menempatkan balok horizontal di bagian sebelah kanan dari setiap aktivitas. perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu horizontal pada bagian atas bagan. Panjang dari balok menunjukkan durasi dari aktivitas dan biasanya aktivitas-aktivitas tersebut disusun berdasarkan kronologi pekerjaannya.

7) *Kurva S*

Kurva S adalah sebuah jadwal pelaksanaan pekerjaan yang disajikan dalam bentuk grafis yang dapat memberikan bermacam ukuran kemajuan pekerjaan pada sumbu tegak dikaitkan dengan satuan waktu pada sumbu mendatar. *Kurva S* ini dapat dipakai untuk pengujian ekonomi dan mengatur pembebanan sumber daya serta alokasinya, menguji perpaduan kegiatan terhadap rencana kerja, perbandingan kinerja aktual target rencana atau anggaran biaya untuk keperluan evaluasi dan analisis penyimpangan. Kriteria kemajuan pekerjaan ditampilkan dalam bentuk persentase kumulatif bobot prestasi pelaksanaan atau produksi, nilai uang yang dibelanjakan, jumlah kuantitas atau volume pekerjaan, kebutuhan berbagai sumber daya dan masih banyak lagi ukuran lainnya.

J. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)*

Keselamatan dan Kesehatan Kerja Konstruksi yang selanjutnya disebut K3 Konstruksi adalah segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan

penyakit akibat kerja pada pekerjaan konstruksi [3]. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi terdapat beberapa aspek K3 yang harus diterapkan antara lain pemasangan rambu-rambu K3, penerapan Alat Pelindung Diri (APD) pada pekerja dan pengecekan alat berat secara berkala agar tidak terjadi kecelakaan kerja.

III. METODOLOGI

Adapun metodologi penelitian ditunjukkan melalui Gambar 1.

IV. HASIL PEMBAHASAN

A. *Perhitungan Volume*

Dari perhitungan volume didapatkan hasil rekapitulasi volume pekerjaan pada proyek pembangunan Gedung MTH 27 Office Suites Jakarta adalah pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3, dan Tabel 4.

B. *Penjadwalan*

Penjadwalan yang dilakukan dengan memperhatikan metode pelaksanaan dalam proyek pembangunan gedung Trans Icon Surabaya yang diimplementasikan pada program bantu Microsoft Project menghasilkan kurva S dengan hasil pada lampiran. Dari kurva S tersebut didapatkan durasi keseluruhan pekerjaan dari pekerjaan struktur lantai 20 hingga pekerjaan struktur lantai 29 dengan durasi selama 142 hari (Gambar 2).

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa perhitungan waktu, biaya, dan penjadwalan pelaksanaan serta pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan : (1) Durasi pelaksanaan proyek pembangunan gedung Trans Icon Surabaya dengan penjadwalan yang dibantu Autocad 2019 adalah 142 hari kerja (31 Agustus 2020 – 26 Mei 2021) dengan jam kerja selama 8 jam mulai dari 08.00 – 17.00. (2) Perhitungan modifikasi pelat menggunakan metode half slab precast yang mengacu pada SNI 2847-2013 dan PCI Design Handbook Precast and Prestressed Concrete 7th memenuhi

syarat. Hal ini ditunjukkan dengan perhitungan momen, kontrol geser, kontrol tegangan, kontrol tegangan dan kontrol lendutan memenuhi syarat. Half slab precast terdiri dari 35 tipe pada lantai 20-29, dengan tulangan yang digunakan adalah D8 dan spasi 150 mm. (3) Biaya pelaksanaan yang dimulai dari pekerjaan struktur lantai 20 hingga pekerjaan struktur lantai 29 yang dihitung dari penjumlahan upah pekerja, harga alat dan harga bahan sebesar Rp.17.368.801.000,00 dengan rincian yang disajikan pada Tabel 5.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Soedrajat, *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan Cara Modern*, 1st ed. Bandung: NOVA, 1984.
- [2] A. M. Adiasa, D. K. Prakoso, J. U. D. Hatmoko, and T. D. Santoso, "Evaluasi penggunaan beton precast di proyek konstruksi," *J. Karya Tek. Sipil*, vol. 4, no. 1, pp. 126–134, 2014.
- [3] Menteri PUPR RI, "Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 28/PRT/M/2016 Pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum." Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia: Jakarta, 2016.